●いままで聴いたことのない楽しくなる音

プレート・チョークでドライブ
出力50W KT-88CSPP パワー・アンプの試作

■ 塩田 春樹 ■

ものは試し

先月号は新型トリファイラー巻きOPTの試用記ということから，作りやすさに留意してKT88を比較的軽い動作にした35Wアンプを報告しましたが，その記事の中で，ドライブ段の電源を高電圧にしないで大きなドライブ電圧を得る手段としてはブート・ストラップ以外にプレート・チョークを使う方法もあると述べました．そこで，今回は，このプレート・チョーク（PC）ドライブ・アンプをご紹介し，その可能性・実力を検証してみようと思います．

先月と同じ出力なら，なにも大袈裟なPCを用意することもありませんから，今月は50W強を狙ったアンプとしてみます．ただ誤解なきようにお願いしたいのは，50Wともなるとブート・ストラップでは対応できなくなるというわけではありません．ブート・ストラップでもドライブ管の選定次第で50Wに対応する動作条件は設定できます．ならば，ブート・ストラップでよいではないか，という疑問も起きましょうが，そこは“モノは試し”というチャレンジ精神の発露とお考えください．

新デバイスを使ったCSPPはどんなものになるのか興味津々ではありませんか．ですから，あくまでも“試作”なのです．結果は，試作の域を超えてたいへんおもしろいものになったと同時に，“やはり試作”でもありました．

なお，今回も，使用するOPTは染谷のASTR−08というトリファイラー巻きのものです．

プレート・チョーク・ドライブとは

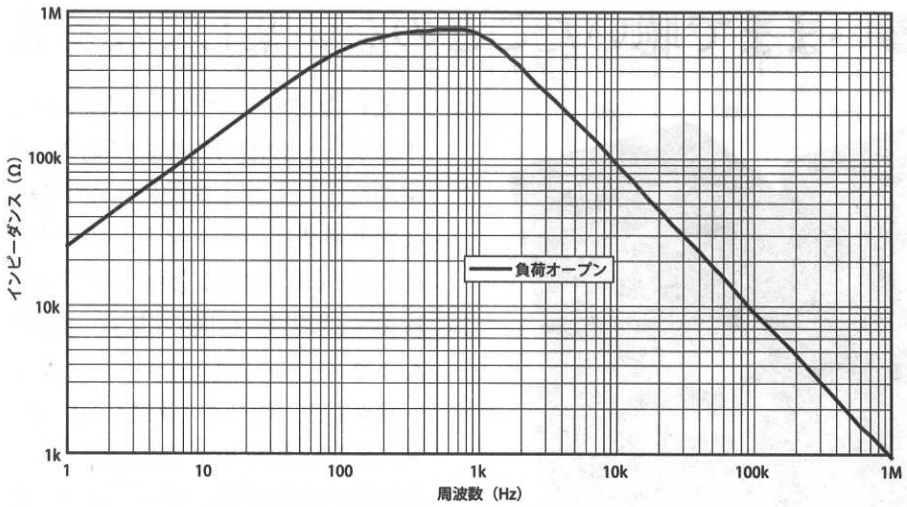
大きなドライブ電圧を得るには，本来ならその出力の振幅に見合った電源電圧をドライブ段に用意する必要があります．アンプとしての所望出力を50Wとするなら，OPTの1次側では55W程度の電力が必要でしょう．

負荷抵抗（OPTの1次側インピーダンス）を前回と同じ4.4kΩとすれば，5極管による通常のプッシュプルなら出力段の利得は5倍はありますから，ドライブ電圧は49Vrms，振幅で140Vp-p（$=\sqrt{(55\times1100)}\div5$）です．これなら200V程度の電源電圧で十分賄えます．

しかし，CSPPは出力管のカソードからも出力を取り出すため局部帰還がかかり，出力段の利得は最大でも2未満，通常は1.7～1.8ですから，」50W出力のためのドライブ電圧は141Vrms，振幅で398Vp-p（$=\sqrt{(55\times1100)}\div1.75$）となり，ドライブ段の電源電圧は500V以上が必要になります．

これに対し電源電圧を300V程度で対応しようとすると，1つの手段はブート・ストラップで，出力段からドライブ段に正帰還をかけると，ドライブ段の負荷抵抗が通常の10倍～100倍に増える（詳細な計算法は前月号を参照ください）ことを利用します．つまり，直流的には小さな負荷抵抗で電源電圧の低下を抑え，交流的には増大した抵抗値によってロード・ラインを大きく寝かせて振幅を稼ぐわけです．

この場合，振幅は電源電圧をはるかかに超えて発生します．つまり，電源電圧があたかも500V以上になったかのごとき振舞いをしてくれるのですが，プレート・チョーク・ドライブもこの考えかたにそっくりで



〈第1図〉本機に使用したプレート・チョークのインピーダンス特性

す．チョーク・コイルは，直流抵抗値は小さいのですが交流抵抗値（インピーダンス）は大きいので，電源電圧の低下を小さく抑えつつロード・ラインを大きく寝かせて振幅を稼ぐわけです．OPTと同様コイルは電源電圧をはるかに超えた電圧を発生するのです．あたかも500V以上の電源電圧のように，です．

ただし，ブート・ストラップもチョーク・ドライブも，ドライブ段のロード・ラインはプレート負荷抵抗値と出力管のグリッド抵抗値との合成値になりますから，大きいグリッド抵抗値が許容されている出力管の場合は合成値も大きいので問題はありませんが，KT88のように100kΩ以下とか，2A3のように50kΩ未満とかになると，合成値はどう頑張ってもグリッド抵抗値未満にしかなりませんので，そんな低いロード・ライン，すなわち勾配の立ったロード・ラインでも振幅が稼げるようなEp-Ip特性のドライバ管（多くの場合は低内部抵抗管）を選ぶことになります．

この場合，筆者の感覚ではブート・ストラップよりもプレート・チョークの方が選択の範囲が広い，というか，ブート・ストラップの場合はかなり要求特性の厳しいドライブ管の選択を迫られるように思います．しかし，一方，プレート・チョークは周波数特性とかひずみ率，出力帯域幅（パワー・バンド・ウィドゥス）の点で，実用上は別にしてデータ上では不利になります．このあたりは後述します．

以上のようなことから，プレート・チョークはオーディオ帯域全域にわたって少なくともグリッド抵抗値に極力近い合成値を得るべく，できる限り高いインピーダンスが要求されます．そのためには細い巻線を多回数巻けばいいのですが，そうすると直流抵抗値も大きくなりますから，痛し痒しです．

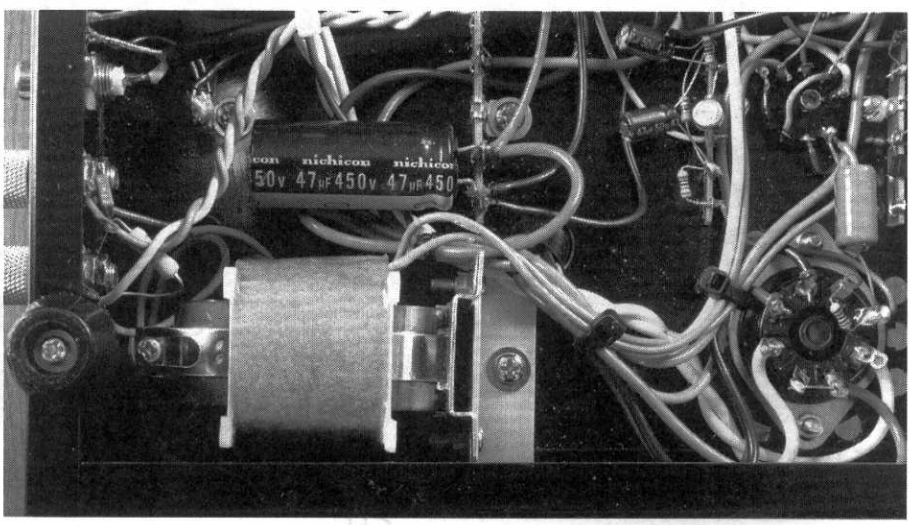
今回は筆者のアンプの師匠に設計・製作をお願いしたところ，CS8型のカット・コアに線径0.12mmの巻線をセンター・タップを挟んだ両側の直流抵抗値がそれぞれ660Ωとなるように巻いていただきました．**第1図**はこのチョーク・コイルのインピーダンス特性です．

回路の概要

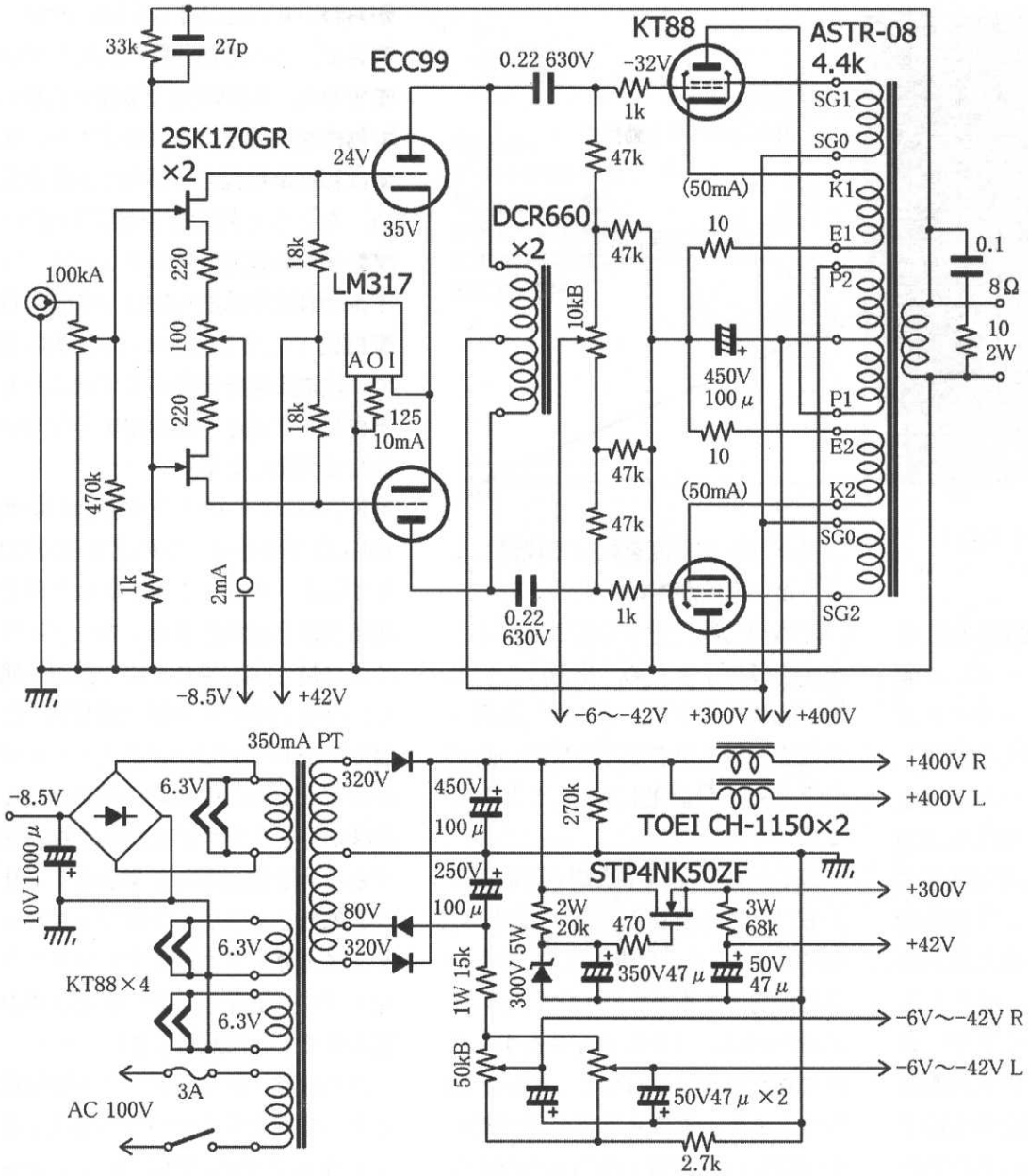
第2図が本機の全回路です．回路構成としては先月のものと同じで，入力部と出力部こそ不平衡ですが，基本的には平衡3段増幅です．

増幅段数が少ないほど安定性に優れますから，筆者は多くの場合，初段にCasComp応用回路を使った2段増幅にこだわり，3段増幅は極力避けるようにしていますが，CasComp回路の利得はカスコード管の負荷抵抗値（次段のグリッド抵抗との合成値）をカソード抵抗値で除した商となりますから，負荷であるチョーク・コイルのインピーダンス特性が**第1図**に見られるような山型をしていたのでは，周波数特性もほとんどこの形となってしまいますので，このチョーク・コイルを使う限りはCasComp回路を使うわけにはいかないのです．そんなわけで3段増幅としています．

ドライブ段は今回のハイライトであるチョーク・ドライブです．チョーク・コイルが直流で磁化されると磁気飽和してひずみが大きくなり，



●シャーシ内に収められたドライブ用チョーク・コイル



〈第2図〉
プレート・チョーク・ドライバを採用したKT-88出力50Wパワー・アンプの全回路図

使いものになりませんから，磁化防止のためのDCバランス調整は必須です．本機では，初段のソースの電流帰還回路に半固定抵抗を挿入してDCバランスをとるようにしています．

出力段はマッキントッシュ型のCSPPで，固定バイアスです．OPTは新型のトリファイラー巻きですから，Sg給電はこのOPT経由で行います．このOPTの負荷4.4kΩ時の定格は35Wですから，本機の50Wは本来ご法度です．トランス屋さんは渋い顔をされるでしょう．しかし，サイレンではあるまいし，音楽再生で連続50W出力なんてことはあり得ませんし，たいていは1W未満が常用出力でしょうから実態的には何ら問題はありません．最大出力を測定するときだけ注意すればよいわけです．まぁ，選択はあくまで自己責任というところでしょうか．

もっとも，そもそも50Wなんて意味がないともいえます．余裕は必要ですが，それも程度問題ですから，50Wとか100Wとかは所詮自己満足の世界といわざるを得ません．

電源は結構多く必要です．B電源，固定バイアス用負電源といった通常必要とする電源のほかに，Sg用定電圧電源，FET駆動用電源，初段差動用負電源，さらに今回はドライブ段用電源も必要となりますが，ドライブ段の動作条件を工夫してSg用の定電圧電源をそっくりそのまま共用し，しかも左右両チャネルでも共用することで，少しでも簡易化を図りました．

通常はB電源から降圧してデカップリングします．当然左右両チャネルをそうすることになりますが，定電圧電源は極めて低インピーダンスですし，なによりこの段は差動回路ですから，1つの電源を左右で共用しても支障は生じません．

ますが，そのカーブがグニャグニャしていて過去に見たことのない姿です．しかし，左右とも傾向は似ています．10kHzのカーブは1kHzのそれからはかけ離れていますが，10Wまでは約1%，40Wでも1.5%程度と低ひずみです．このカーブも過去に経験したことのないものですが，これまた左右ともていへん似たものになっています．

先月号のカーブを踏まえて考えると，今回のカーブは左右が同傾向を示しているところから“必然”の結果であると考えられますから，やはりプレート・チョークに起因すると考えるしかなさそうです（100Hzのそれは定格を無視した使用にも問題があるかもしれません）．

しかし，前述のとおり，オシロでの波形観察からは，各周波数におけるドライブ段の最大出力電圧がひずみ率に大きな影響を与えるような様相は見えません．ドライブ段の動作検証と合わせ，ひずみ率についてもなぜそういう形になるのかは，別途しっかり検証する必要があります．

(3) ダンピング・ファクタ /D.F.

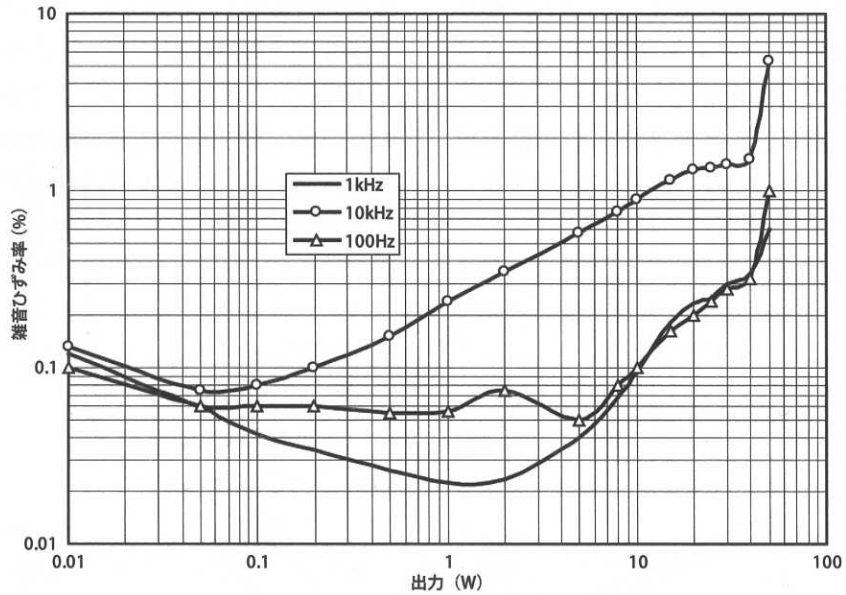
オン・オフ法1kHzでLチャネルが16.7，Rチャネルが13.3と，CSPPらしい十分大きな数値です．数値の差の要因はよくわかりませんが，これくらい大きな数値となると，負荷開放時の電圧の読み取り誤差が効いてきます（8Ω負荷時2Vが負荷開放時Lは2.12V，Rは2.15V）から，実質的には差はないのだと思います．十分に引き締まった低音が期待されます．

(4) 残留雑音

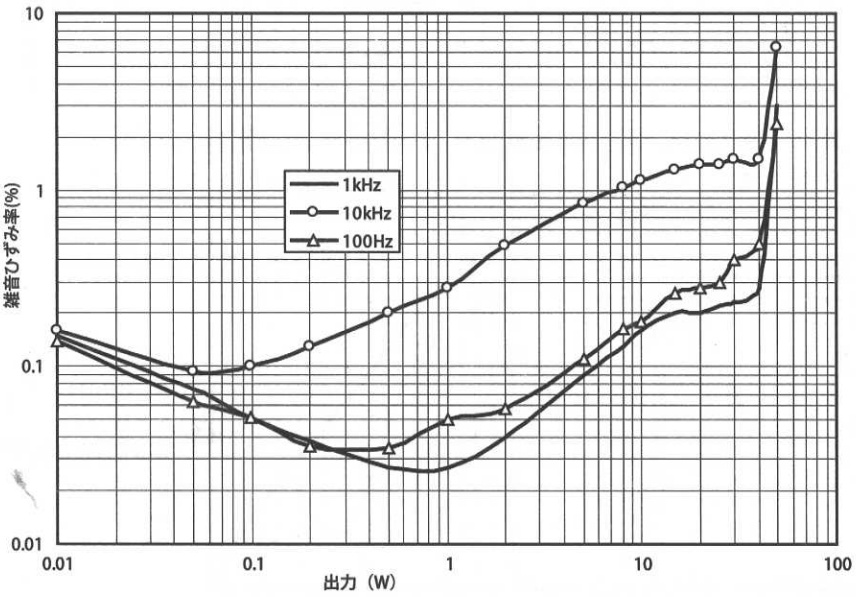
入力VR最小位置で，無帰還時は左右それぞれ0.24mV，0.25mVと，1mVを大きく切ることができました．負帰還後は左右とも0.13mVです．負帰還量から考えれば0.1mVを切るはずですが，これは計測環境がプアなせいでしょう．アマチュアの限界なのか，環境整備努力不足なのか．この数値が小さいほど音の純度（クッキリ感）が増すように思えます．

(5) クロストーク（第11図）

左右で差はありますが，オーディオ帯域では左右とも−85dB以下ですから好成績です．左右差は計測時の雑音差の影響です．クロストーク測定といっても，クロストーク量が雑音以下の場合はこの雑音を測っているだけとは承知していますが，今回は十分納得できる数値になったこともあり，あえて1kHzのスポット測定による真の数値（といっても，計測器の残留雑音の影響は免れませんが）の確認は行っていません．20kHz以上は増加していますが，このあたりからほぼほんとうのクロストーク量になっていると考えられます．



〈第9図〉Rチャネルの周波数別の雑音ひずみ率特性．NFBあり



〈第10図〉Lチャネルの周波数別の雑音ひずみ率特性．NFBあり

試聴と感想

音を出した瞬間「おや？」です．引き締まった低音，伸び伸びとした高音，それらが実在感を伴って飛び出して来るのは良質のCSPPのそれな